

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Bern
Histologisches Laboratorium (Vorsteher: Prof. Dr. R. Jeanneret)

Die Schmelzlamellen und ihre Beziehung zur Karies

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der
Medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

GEORG WILDBOLZ, Zahnarzt
von Bern

ZÜRICH 1950

BUCHDRUCKEREI BERICHTHAUS ZÜRICH

Die Schmelzlamellen und ihre Beziehung zur Karies

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der
Medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

GEORG WILDBOLZ, Zahnarzt
von Bern

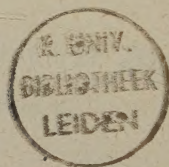
ZÜRICH 1950

BUCHDRUCKEREI BERICHTHAUS ZÜRICH

Auf Antrag von Herrn Prof. Dr. *R. Jeanneret* durch die
Medizinische Fakultät zum Druck als Dissertation
genehmigt.

Der Dekan der Medizinischen Fakultät:
Prof. Dr. med. *C. Hallauer*

Bern, den 3. Mai 1950.



Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Bern
Histologisches Laboratorium (Vorsteher: Prof. Dr. R. Jeanneret)

Die Schmelzlamellen und ihre Beziehung zur Karies

Von *Georg Wildbolz*, Bern

611.314 018

1. Ziel und Zweck der Arbeit

Der Grundgedanke der vorliegenden Arbeit ist eine kritische Stellungnahme zu der Rolle, die die Schmelzlamellen im Karieswerden spielen sollen. Wenn ich nebenbei auch einige strittige Ansichten über die Lamellen zu klären versuche, will ich mich vor allem mit der Gottliebschen Lehre der Kariesentstehung und damit mit der großen Bedeutung, die er den Lamellen dabei zuschreibt, auseinandersetzen.

Der Aufgabe, die wir uns gestellt haben, kommt ohne Zweifel neben der rein theoretischen eine eminent praktische Bedeutung zu; denn von verschiedener Seite wurde die These *Gottliebs* von der prädominierenden Rolle der Schmelzlamellen bei der Entstehung der Schmelzkaries als Axiom hingenommen und zur Kariesprophylaxe nach Mitteln und Wegen gesucht, diese Lamellen unschädlich zu machen oder ihre Entstehung überhaupt zu verhindern.

2. Geschichtlicher Überblick

Die Schmelzlamellen, jene «blattartigen Fortsätze organischer Substanz, die ihren Ursprung an der Zahnbeingrenze haben und

durch den Schmelz bis zur Oberfläche dringen», um mit *Boedecker*¹⁰ zu sprechen, sind seit ihrer Entdeckung oft und sehr rege diskutiert worden. Man sieht diese den Schmelzbüscheln verwandten Gebilde auf Schliffen und gefärbten Schnitten, ja sie sollen sich sogar intra vitam⁸⁶ am Zahn als Ganzes erkennen lassen: «... als Sprung erscheinend durchsetzen sie, vor allem labial an Frontzähnen sichtbar, in der Längsrichtung die ganze Schmelzmasse.»

Mehrmals hat man die Existenz der Lamellen überhaupt bestritten: So behauptet *Graeff*⁴⁹, gestützt auf seine gemeinsam mit *Hauser* gemachten Untersuchungen, daß jene im nicht entkalkten Schliff als dunkle Streifen und Ebenen sichtbaren Bildungen so gut wie ausschließlich künstlich erzeugte Veränderungen darstellten, also mit organischen Strukturen irgendwelcher Art nichts zu tun hätten. Die Lamellen verdanken nach ihm ihre Entstehung vor allem einer zu gewaltsamen Vorbehandlung des Schliffes und seien nichts als Sprünge. Diese könnten aber immerhin am lebenden Zahn an dazu prädisponierten, kalkarmen Stellen durch traumatische Einflüsse, sei es normalerweise zur Zeit der Entstehung des Schmelzes, sei es während der normalen Funktion des durchgebrochenen Zahnes, entstanden sein. *Akamatsu*¹, ein treuer Jünger *Graeffs*, findet ebenfalls, die «sogenannten Lamellen seien keine organischen Bildungen, auch keine Fasern oder Faserbündel». Er prägt den Ausdruck «Sprunglamellen». Merkwürdigerweise aber beschreibt er als Befund seiner an entkalkten Schliffen durchgeführten Studien unabhängig von den Lamellen «lange und kurze Fasern und Faserbündel (im Sinne von *Miller* und *Weidenreich*), die an der Dentingrenze ihren Ausgang nehmen und minderverkalkte, organische Bestandteile des Schmelzes sind».

Auch *Kato*⁶¹ und neueren Datums *Jaccard* und *Grosjean*⁵⁷ verneinen die Lamellen: «Les lamelles ne sont pas de la substance de tissus avoisinants, mais des craquelures ou fissures résultant des fortes pressions subies lors de la formation de l'émail et de la dentine.»

Ihren eigentlichen Namen erhielten die Lamellen durch verschiedene Autoren, die sie als Membranen anschauten^{7, 18, 29, 33, 36, 67, 100}, welche aus nichtentkalkter, interprismatischer Substanz bestehen^{21, 27, 31, 33, 54, 67}.

Einige sehen in den Lamellen ein fibrilläres Gewebe^{43, 49, 69, 82, 83},

^{96, 100}, das sich von schlecht verkalkten Prismenscheiden herleitet³⁷, währenddem wieder andere eine mangelnde Verkalkung einzelner Prismen oder auch nur einzelner Teile derselben für ihr Zustandekommen verantwortlich machen^{19, 29, 59, 69, 79, 89}. In neuerer Zeit werden die verschiedenen Ansichten kombiniert: Prismen und Interprismatische Substanz sind minderverkalkt⁸⁰; und wenn *Gustafson*⁵² sagt, die Lamellen seien abnormal entwickelte Schmelzbüschel mit denselben strukturellen Eigenschaften, so sieht er beide vor allem als schlechter verkalkte Prismenschläuche an, wobei aber wahrscheinlich auch das Prisma als Ganzes minder verkalkt ist.

Da die Lamellen regelmäßig an Schlifflen anzutreffen sind^{6, 66} u. a., ist es kaum richtig, von Mißbildungen zu sprechen¹⁹, obschon es sich ja um fehlerhaft verkalkte Schmelzpartien handelt.

Die *Querstreifung*, die ja durch Entkalkung an jedem Prisma sichtbar gemacht werden kann, wurde auch an den Lamellen speziell nachgewiesen³³.

Daß *Lamellen und Schmelzbüschel* ähnliche Gebilde sind, fällt jedem Beobachter auf. Sie nehmen an identischen Stellen ihren Ursprung und verlaufen auch in gleicher Art und Weise durch den Schmelz⁵². So spricht *Schulz*⁸⁴ von den Lamellen als bis an das Schmelzoberhäutchen verlängerten Büscheln. Trotzdem streiten einige den Büscheln und Lamellen jegliche Beziehungen ab^{18, 29, 31, 78}.

Währenddem die Büschel immer genau an der Schmelz-/Dentin-Grenze entstehen, lassen einige Lamellen einen deutlich erkennbaren, sogenannten *Dentinfortsatz* oder -anteil sichtbar werden^{19, 29, 32, 43, 73, 74, 78, 82, 96, 99, 100}, der sich ohne scharfe Abgrenzung ins Dentin hinein erstreckt. *Gottlieb*⁴³ erklärt die Entstehung dieser «Dentinverlängerungen» der Lamellen durch Resorptions- und Einwachsvorgänge von der Schmelz-/Dentin-Grenze her. Obschon die Autoren, welche das Vorhandensein der Dentinanteile bejahen, sich weit aus in der Mehrzahl befinden, sehen doch drei namhafte Forscher in diesen nur Kunstprodukte.

*Meyer*⁶⁷ erklärt die von *Orban* beschriebenen Dentinfortsätze als in vivo entstandene Sprünge und diejenigen *Gottliebs* sogar als präparatorische Kunstprodukte. Auch schreibt *Gustafson*⁵², daß die Dentinanteile von Lamellen nur im Anschluß von Sprungbildungen entstandene Dentinpigmentierungen darstellten, wobei die Farbstoffe durch die Sprünge ins Dentin hineindiffundieren konnten.

Und jüngst berichtet *Held*⁵⁴, Dentinfortsätze seien falsch interpretierte Sprünge, die eventuell schon in vivo entstanden seien.

Ganz eigene Theorien über die Lamellen und deren Ätiologie haben *Gottlieb*⁴⁴, *Orban*⁷⁸ und andere verfochten. Nach *Orban* «entwickeln sich Lamellen in Spannungsebenen im reifenden Schmelz. Wenn die Störung gering ist, werden die Prismen und die interprismatische Substanz in diesen Spannungsebenen nicht völlig verkalkt. Ist die Störung aber größer, entstehen Sprünge in diesen Spannungsebenen des Schmelzes der noch nicht durchgebrochenen Krone. Diese Sprünge werden vom umgebenden Gewebe ausgefüllt. Es gibt somit morphologisch zwei verschiedene Arten von Lamellen:

- a) mangelhaft verkalkte Prismen + interprismatische Substanz;
- b) aus verschiedenen Gewebelementen bestehende, wobei diese Gewebe Spalten und Schmelz ausfüllen, bevor die Krone durchgebrochen ist».

Nach *Orban* sollen sich die beiden Arten dadurch voneinander unterscheiden, daß die eine an der Schmelz-/Dentin-Grenze haltmacht (a), die andere dagegen bis ins Dentin reicht (b). *Gottlieb*⁴⁴ schildert, wie Zellen des Schmelzorganes am Ausfüllen dieser Sprünge beteiligt sind. In der Tiefe des Sprunges sollen die Zellen zugrunde gehen, gegen die äußere Oberfläche des Schmelzes hin dagegen am Leben bleiben und mit der Zeit verhornen können. Es bildet sich so eine sekundäre Cuticula im Sprung selbst. *Pickerill*⁸¹ hat diese Auffassung durch eine eigene These ergänzt: Bei dieser speziellen Art von Lamellen besteht der innere Teil aus Zelldetritus, der äußere jedoch aus einer doppelten Lage sekundärer Cuticula. Das hereingewucherte Gewebe soll im Sprung selbst sogar Zement bilden können. Auch *Schulz*⁸⁴ berichtet über Sprungbildungen, die zur Zeit der Entwicklung entstehen, sich aber nach seiner Auffassung sekundär mit Transsudat vom Dentin oder der äußeren Schmelzoberfläche her ausfüllen.

Die *Verlaufsrichtung* der Lamellen, vor allem in bezug auf diejenige der Schmelzprismen, ist verschieden gedeutet worden. Nach *Meyer*⁶⁸ verfolgen die Lamellen genau denselben Weg wie die angrenzenden Schmelzprismen, nach *Morgenstern*⁷⁰, *Rygge*⁸², *Brammer* und *Brauer*¹⁹, *Orban*⁷⁹ und andern dagegen sind die Lamellen in ihrem Verlauf nicht an die vorgeschriebenen Bahnen, wie sie durch die Prismen gebildet werden, gebunden.

Es ist geschildert worden, daß die Lamellen durch *quergehende Brücken* untereinander in Verbindung stünden⁸², daß sie mit Tomesschen Fasern kommunizierten³⁴, ja, daß sie sogar als Fortsätze dieser Fasern aufzufassen seien. *Beust*⁶ wiederum schreibt, Lamellen seien Verzweigungen der Büschel und alles zusammen stelle nichts anderes als ein *kapilläres System* dar. Solche und ähnliche Beobachtungen ließen in verschiedenen Autoren^{70, 36, 27} den Gedanken reifen, Büschel und Lamellen dienten als *Lymph- und Ernährungsbahnen*. Auch *Boedecker*^{15, 16} nimmt an, daß der Lymphsaftstrom durch Lamellen, Schmelzbüschel und Prismenscheiben vom Dentin in den Schmelz wandert und diesen ernährt. Wenn aber die Existenz von Lymphe im Schmelz allein schon problematisch ist, so schreibt *Zuber*⁹⁹ zur Frage der Permeabilität der harten Zahngewebe als solche: «Diese Hypothesen entbehren allerdings bis heute des histologischen Beweises.»

Für die *Entstehung der Lamellen* werden weitgehend entwicklungsmechanische Traumen verantwortlich gemacht. Nach *Brammer* und *Brauer*¹⁹ «entstehen Lamellen also immer dort, wo die Resultierende aus den Krafteinwirkungen (entwicklungsmechanischer Art!) den Verkalkungsvorgang in dem betreffenden Prisma verändert hat», und *Orban*⁷⁸ bemerkt dazu: «Die Lamellen sind in der Verkalkung zurückgebliebene Schmelzteile, die entlang einer durch Druckmomente bedingten Zerrungslinie entstehen.» *Fish*³⁷ vertritt im Gegensatz dazu die Meinung, die Lamellen entstünden durch die Unfähigkeit einiger degenerierten Ameloblasten, Kalziumsalze abzulagern; und *Frisbie*, *Nuckolls* und *Saunders*⁴¹ glauben an irgendeinen äußern, lokalisierten Einfluß auf das noch jugendliche Schmelzgewebe, das dadurch die Fähigkeit verliere, Kalziumsalze einzulagern.

Beziehung der Schmelzlamellen zur Ätiologie der Karies

Schon 1906, also, wenn man so sagen darf, in der Frühzeit der Lamelle, sprach *Boedecker*⁸ davon, daß diese Gebilde Schwachpunkte im bakterienbelagerten Bollwerk der Zähne darstellten. 1911 schreibt *Baumgartner*⁴, der Vater der Theorie, welche die Karies als rein parasitären Vorgang ansieht: «Wo unverkalkte oder wenig verkalkte Schmelzprismen oder Lamellen anwesend sind, ermöglichen diese den Kokken, durch den Schmelz ins Dentin zu dringen,

wo organisches Material in größerer Menge verfügbar ist. Es entsteht eine unterminierende Karies. Diese organischen Strähnen im Schmelz werden durch die Karies zuerst angegriffen, woraus folgt, daß Schmelzkaries nicht eine bloße Säurewirkung (im Sinne der klassischen Lehre *Millers*) ist.» *Faber*^{28, 29} sieht in den Schmelzlamellen ein für Karies förderndes Moment. *Brammer*¹⁹ hat diese Angaben überprüft, indem er serienweise Schnitte mit Lamellen bakteriologisch untersuchte. Er fand dabei, daß auch im nicht erkrankten Zahnschmelz die Lamellen mit Bakterien in wechselndem Maße angefüllt sein können, und was besonders auffällt, «daß die Nachbarprismen ungestört sind und keine Bakterien erkennen lassen». Also können die Lamellen vollständig gesunder Zähne eine Menge Bakterien beherbergen, ohne Schaden zu nehmen. *Brammer* und *Brauer* ziehen die Schlußfolgerung aus ihren Untersuchungen und sagen: «Lamellen sind nicht entscheidend für die Kariesneigung.» Sie bestätigen damit, was kurz vor ihnen *Seidel*⁸⁷ behauptet hatte. Doch *Meyer*⁶⁸ ist in diesem Punkte eigener Meinung: «Die Lamellen sind in verschiedener Hinsicht Stellen geringeren Widerstandes, und es ist nicht verwunderlich, daß wir oft Sprünge den Lamellen entlang beobachten, und daß die Karies im Zuge der Lamelle sich leichter ausbreitet als im gut verkalkten Schmelz.»

Die Lamellen würden also die Entstehung und Ausbreitung von Karies fördern, ja sogar ermöglichen. Was hier *Meyer* in seiner Arbeit mehr als Nebenfund behandelt, bildet das Kernproblem der Untersuchungen eines andern Forschers, nämlich *Gottliebs*.

1921 hat *Gottlieb*⁴⁴ erstmals seine Erklärung und Deutung des Kariesvorganges veröffentlicht, in welcher er die Lamellen als Hauptsünder für das Zustandekommen von Karies an den Pranger stellt. Nach ihm ist Karies eine bakterielle Proteolyse der organischen Bestandteile des Schmelzes, das heißt vor allem der Lamellen. Diese Lehre hat *Gottlieb* seither durch mannigfache Untersuchungen und Publikationen bis zur heutigen allgemeinen Verbreitung gebracht. Sie besagt hinsichtlich der Schmelzlamellen folgendes: «Karies ist ohne Zweifel ein proteolytischer Vorgang, der entlang organischen Wegen vorrückt und diese zerstört. Sie ist charakterisiert durch braun-gelbe Pigmentierung, die von Anfang an in Erscheinung tritt. Die Bakterien, die das gelbe Pigment produzieren, vermögen besser entlang den Lamellen vorzurücken

als die Säurebildner. Von eigentlicher Karies spricht man erst dann, wenn an der Schmelz-/Dentin-Grenze eine charakteristische Gelbfärbung entstanden ist. Der Schmelz wird sekundär von innen her abgebaut, es kommt zur unterminierenden Karies.»

Diese Lehre hat sofort eine große Anzahl von Anhängern gefunden. *Kronfeld*⁶⁴ schreibt, die Lamellen stellten natürliche Schwachpunkte im Schmelz dar, welche befähigt seien, Karies von der Oberfläche her in den Schmelz und sogar ins Dentin hinein zu leiten. Und *Brain*¹⁷ sagt: "It is recognised that these organic elements, and particularly the enamel lamellae, are intimately related to the pathology of dental caries." Die kariesfördernde Rolle wird als so sicher fundiert betrachtet, daß sie in verschiedene Lehrwerke als unumstößliche Tatsache eingegangen ist. *Häupl* schreibt in seinem Lehrbuch für Zahnheilkunde: «Der Kariesausbreitung förderlich ist hingegen das Vorhandensein organischer Gewebsanteile im Schmelz. Vor allem sind Zonen von mangelhafter oder unregelmäßiger Verkalkung der Kariesausbreitung günstig.» Und *Müller*⁷³ sagt dazu: «Durch das Fehlen des Zahnoberhäutchens haben die Bakterien der Mundhöhle freien Zutritt zum Schmelz und können in dessen organischer Substanz in die Tiefe gelangen. Dies ist namentlich auf dem Wege der Schmelzlamellen möglich, wo Bakterien, vorwiegend Säurebildner, bis an die Schmelz-/Dentin-Grenze und oft noch weiter vordringen und eine Entkalkung einleiten können.» Im Anschluß an die Beschreibung von Fissurenkaries schreibt er: «Sind, wie in den meisten Fällen, noch Schmelzlamellen vorhanden, so kann der Prozeß rasch in der Schmelz-/Dentin-Grenze wirksam werden und auf das Dentin übergreifen.» Ein Jahr später⁷⁴ drückt sich *Müller* etwas vorsichtiger aus, indem er die Lamellen in den Hintergrund drängt: «Schmelzlamellen und Schmelzbüschel, neben den leicht zu entkalkenden Prismenscheiben, wobei ich besonders auf die Schmelzbüschel aufmerksam machen möchte, die meines Erachtens einen viel gangbareren organischen Weg darstellen als die Lamellen, und eigentlich stets vorhanden sind, während die Schmelzlamellen seltener vorkommen.»

Nicht nur in Lehrbücher haben die Thesen *Gottliebs* Eingang gefunden. Neuerdings bemächtigt sich ihrer die Industrie und behauptet fröhlich, ihre Vitamin-A-, C-, D- und ähnlichen Präparate «verhinderten Zahnkaries, indem sie die Entstehung von Lamellen,

Büscheln und Retziusstreifen bekämpften⁵⁶». Bei solch kühnen Behauptungen, welche offensichtlich aus Kreisen stammen, die über Zahnaufbau und Kariesprobleme nur sehr unklare Vorstellungen besitzen, ist es sicher von Nutzen, die Angaben über die Lamellen erneut richtig zu betrachten; dies besonders, da die ganze Problematik der Lamellen durch die Reklamen als *fait accompli* vor die Öffentlichkeit gebracht wird. Stimmen von Autoren, welche über die Lamellen und ihre Beziehung zu Kariesherden anderer Meinung waren als *Gottlieb* und seine Anhänger, sind überhört worden: *Keil*⁶² zeigt ein Bild einer oberflächlichen Schmelzkaries mit folgendem Begleittext: «... im rechten Teil eine Lamelle, ohne stärkere Ausbreitung der Karies in ihrer unmittelbaren Nähe.» In neuester Zeit haben sich zwei Forscher speziell die Aufgabe gestellt, die Richtigkeit der Behauptungen *Gottliebs* zu überprüfen. *Scott* und *Wyckoff*⁸⁶ haben 300 leicht kariöse Zähne nach diesen Gesichtspunkten untersucht und sind zu folgendem Schluß gekommen: «Unter der Voraussetzung, daß ihre ‚cracks‘ mit wirklichen Lamellen identisch waren» – was aus ihren sehr genauen Voruntersuchungen und Überprüfungen ihrer Methodik als sichere Tatsache hervorgeht – «lehnen sie die Theoreme *Gottliebs* als unzulänglich ab.»

3. Eigene Untersuchungen

Methodik: Auf der Suche nach einer Methode, welche genügt, um die Lamellen und ihre Beziehung zu Kariesherden sicher zu differenzieren und sie möglichst ohne irgendwelche Kunstprodukte zur Darstellung zu bringen, kamen wir immer wieder auf die klassische Schliff- und Entkalkungstechnik zurück. Bei vorsichtigem Schleifen lassen sich Sprünge fast ganz vermeiden; die wenigen, die dabei dennoch entstehen, treten beim Entkalken sicher als solche zutage. Ein Vorwurf, der dieser Methode gemacht werden kann, ist der, daß von einem Zahn nur höchstens zwei bis drei Schliffe angefertigt werden und nicht Schnittserien, wie das *Brain*¹⁷ und andere in ihren Arbeiten als Postulat für Schmelzkariesuntersuchungen aufstellen. Dem kann man entgegnen, daß wir erstens als Untersuchungsmaterial größtenteils Zähne mit ganz kleinen, oberflächlichen Kariesherden verwendet haben. Die Schliffdicke allein gab oft fast die ganze Ausbreitung der Karies wieder. Zweitens verlangen alle Arbeitsmethoden, die Serienuntersuchungen eines ein-

zelen Zahnes ermöglichen, eine Vorbehandlung, zum mindesten eine Vorentkalkung, um das Zahnmaterial für das Mikrotom schneidbar zu gestalten. Dadurch wird aber der natürliche Zustand gewaltsam verändert. Bei auch noch so langsamer, vorsichtiger Entkalkung läßt sich nicht vermeiden, daß Zerrungen und Druckmomente entstehen, welche das normale Bild fälschen; denn die einzelnen Zahngewebe sind ungleich kalkhaltig und werden somit auch verschieden rasch von der Säure angegriffen. Dazu kommen noch die verschiedenartigen andern physikalischen und chemischen Einwirkungen, denen der Schnitt bis zu seiner Fertigstellung unterworfen ist. (Vergleiche dazu Schliff- und Schnitttechnik von *Brain*.) Geht man dagegen so vor, daß man den fertigen Schnitt unter dem Mikroskop entkalkt, können sämtliche Veränderungen beobachtet und in einigen Momentaufnahmen festgehalten werden.

Auch auf Färbung der Lamellen vor oder nach dem Schleifen wurde bewußt verzichtet. Als kalziumarme Zone sind die Lamellen gegenüber dem normalen Schmelz lichtdurchlässiger und heben sich so als dünne, gelbe Striche von ihrer Umgebung genügend ab (s. Abb. 1).

Das Vorgehen bei meinen Untersuchungen war folgendes: Die geeigneten Zähne wurden unter größtmöglicher Schonung des Schmelzes extrahiert, indem eine Berührung desselben durch die Zange aufs sorgfältigste vermieden wurde. Es erwies sich als schonend genug, so vorzugehen; und so konnte darauf verzichtet werden, die Zähne mitsamt ihrer Umgebung aus dem Kiefer herauszumeißeln oder herauszusägen, wie es *Akamatsu*¹ angegeben hat.

Sofort nach der Extraktion unterzog ich die Zähne einer gründlichen Reinigung mit einer weichen Bürste und fixierte sie anschließend in zehnprozentigem Formalin. *Gustafson*⁵² verlangt für Schmelzuntersuchungen jugendliche Zähne, welche innert zwei bis drei Stunden nach der Extraktion geschliffen werden müssen. Wir haben aber auch von tagealten Zähnen sozusagen sprungfreie Schliffe hergestellt. Desgleichen gelangten Zähne aller Altersstufen erfolgreich zur Verwendung. Die Schliffe wurden ohne Unterschied, ob quer oder längs, in folgender Weise hergestellt: Unter leichtem Handdruck schliff ich den Kronenteil auf einer vertikal laufenden Karborundscheibe bis nahe an die für die Untersuchung gewählte

Stelle ab. Um jegliches Erhitzen zu vermeiden, befeuchtete ich dabei die Scheibe fortwährend mit Wasser; dann wurde der Wurzelteil abgetrennt: Mit einer $\frac{7}{8}$ -inch-Diamant-Separating-Scheibe im Handstück durchschnitt ich rundum den Schmelz, indem ich den Zahn langsam drehend an die rotierende Scheibe hielt. Auch hier wurde ein Erhitzen durch häufige Wasserkühlung von Scheibe und Zahn möglichst vermieden. Hierauf durchsägte ich das Dentin mit einer Metallsäge. Der Zahn wurde hierzu in einen Schraubstock gespannt. So erhielt ich eine noch relativ dicke Scheibe, die «ground section», wie die Amerikaner sie nennen. Verschiedene Autoren polieren zuerst die eine angeschliffene Seite mit immer feineren Scheiben oder Feilen fertig, bevor sie den apikalen Zahnrest abtrennen. Mir erschien dieses Verfahren nicht geeignet, da der lange Hebelarm, der durch die Wurzel gebildet wird, beim Schleifen leicht zu kleinen Richtungsänderungen verleitet, so daß man an Stelle einer einzigen Ebene verschiedene schräge, kleine Schliffflächen erhält. Jetzt konnte ich die so erhaltene «ground section» beidseitig abwechselungsweise immer dünner schleifen, indem ich sie bis zum Schluß unter leichtem Druck mit der Fingerbeere an die rotierende, ständig befeuchtete Karborundscheibe hielt. Dabei ersetzte ich die ursprünglich grobkörnige Scheibe nach und nach durch immer feiner gekörnte, so daß der sehr dünn gewordene Schliff zuletzt zugleich auch ganz fein poliert war. Die so erhaltenen Schliffe wurden bis zu ihrer endgültigen Auswertung und Entkalkung in zehnprozentigem Formalin aufbewahrt.

Das *Entkalken* geschah unter dem Mikroskop. Der Schliff wurde mit Aqua dest. auf einen Objektträger gebracht und mit einem Deckglas bedeckt. Tropfenweise wurde nun 6prozentige Salpetersäure zugeführt und unter dem Deckglas mit Fließpapier von der Gegenseite her durchgesaugt. Die beginnende Entkalkung war am sofortigen Auftreten der CO_2 -Blasen zu beobachten (s. Abb. 4). Durch Zufügen von mehr Säure oder durch Wiederverdünnen mit Aqua dest. konnte die Entkalkungsgeschwindigkeit nach Belieben verändert und durch Absaugen und Zufügen von Aqua dest. konnte der ganze Prozeß in einer bestimmten Phase momentan gestoppt werden. Vielfach genügte ein teilweises Entkalken, um das gewünschte Resultat ablesen zu können. Geschwindigkeitsmesser für die Entkalkung blieb immer die mehr oder weniger lebhafte Gas-

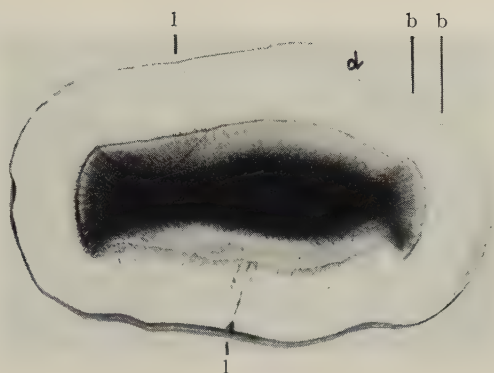


Abb. 1

Oberer Eckzahn, Querschliif. Vergrößerung $7,8 \times$

l = Lamelle, b = Sprung, d = Defekt, der beim Schleifen entstanden ist

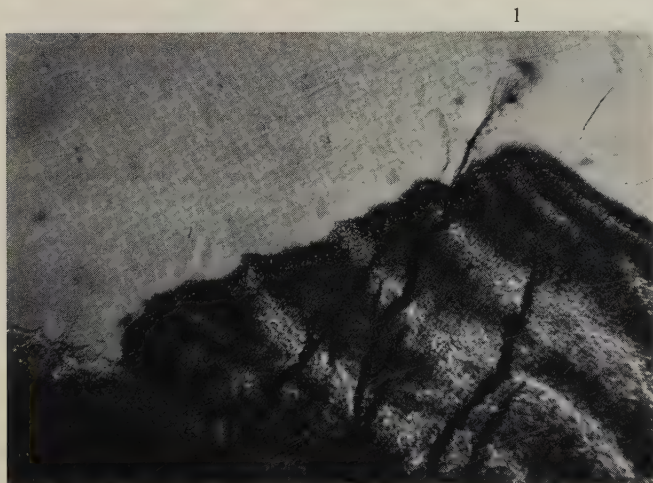


Abb. 2

Lamelle von Abb. 1. Vergrößerung $50 \times$. Präparat zum Teil entkalkt
Die feinwabige Struktur des Schmelzes wird sichtbar. Die Lamelle l wird durch
die Säure nicht angegriffen, bleibt bestehen. Hier sind die Para- und Diazonen
im Schmelz deutlich sichtbar. Die Cuticula ist abgerissen

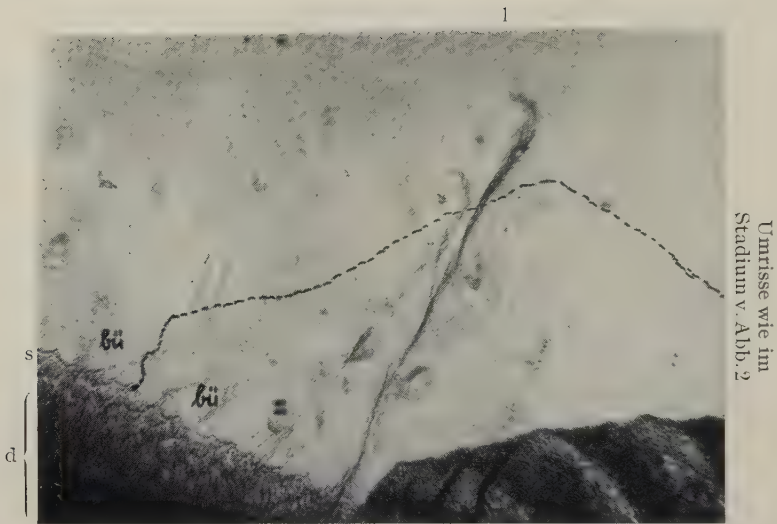


Abb. 3

Genau gleiche Einstellung wie Abb. 2. Entkalkung ist weiter fortgeführt. Die Lamelle l und die Schmelzbüschel bü sind vollständig vom umgebenden Schmelzmaterial befreit. Auch das Dentin d ist zum Teil schon entkalkt, aber die ehemalige Schmelz-/Dentin-Grenze s ist noch deutlich sichtbar.

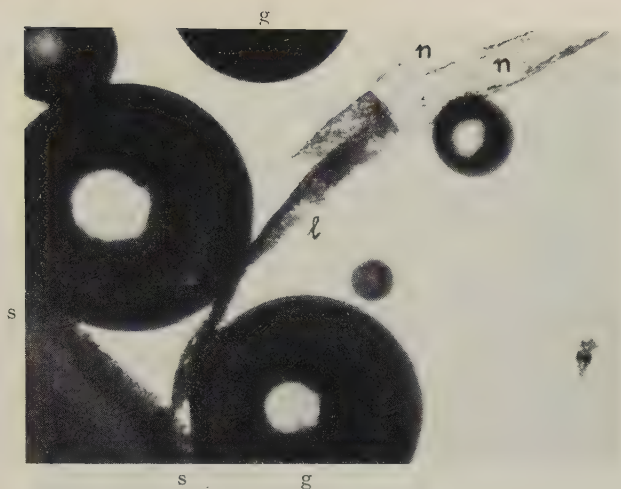


Abb. 4

Querschliff zum Teil entkalkt. Vergrößerung etwa $30\times$. n = Nasmythsche Membran, s = Schmelz-/Dentin-Grenze, g = Gasblasen, die während der Entkalkung entstehen und ein Maß für diese darstellen

Durch die Entkalkung ist nur noch die Lamelle stehen geblieben. Man sieht hier deutlich, wie sie mit der Nasmythschen Membran in Verbindung steht

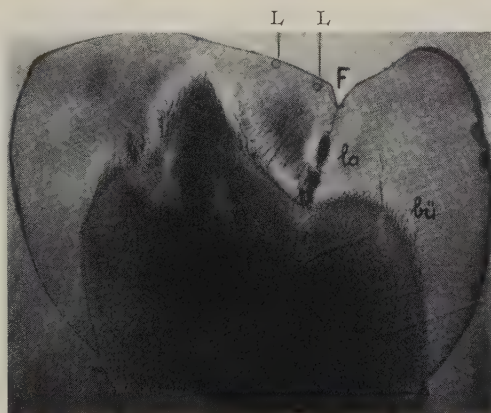


Abb. 5

Längsschliff Molar. Vergrößerung $7,8\times$

L = Luftblase

la = lamellenähnliches Gebilde

F = Fissurenkaries

bü = Schmelzbüschel

SOH

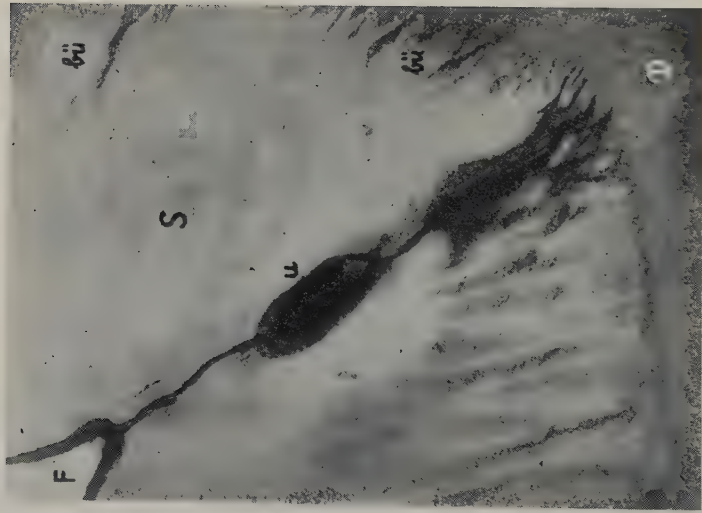


Abb. 6

Ausschnitt aus Abb. 5, Vergrößerung 60 $\times$. Präparat unbehandelt. la : lamellenähnliches Gebilde; bü : Schmelzbüschel; F : Fissurenkäries; u : Auftreibung (s. Text); S : Schmelz; D : Dentin; SOH : Schmelzoberhäutchen; s = Schmelz-/Dentin-Grenze

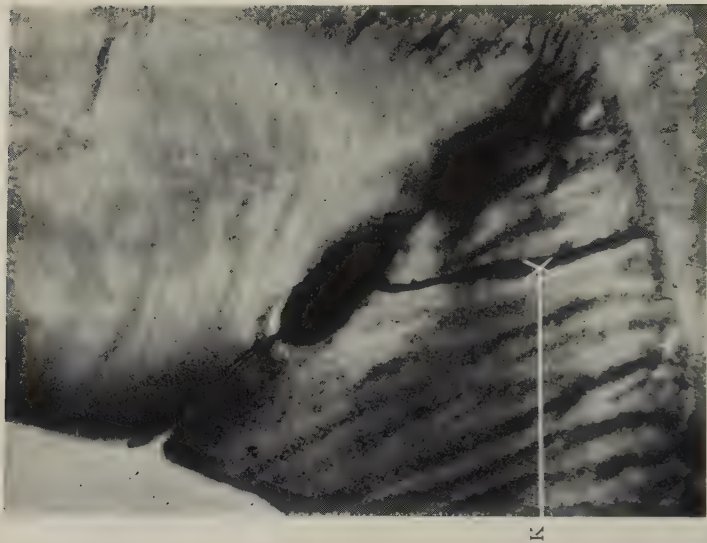


Abb. 7

Präparat von Abb. 6 mit 6% HNO_3 teilweise entkalkt. Hier wird deutlich sichtbar, daß das lamellenähnliche Gebilde eine, ehemals mit Detritus gefüllte, kapillär ausgezogene Verlängerung der Fissur ist. K Sprung, als Kunstprodukt bei der Entkalkung entstanden

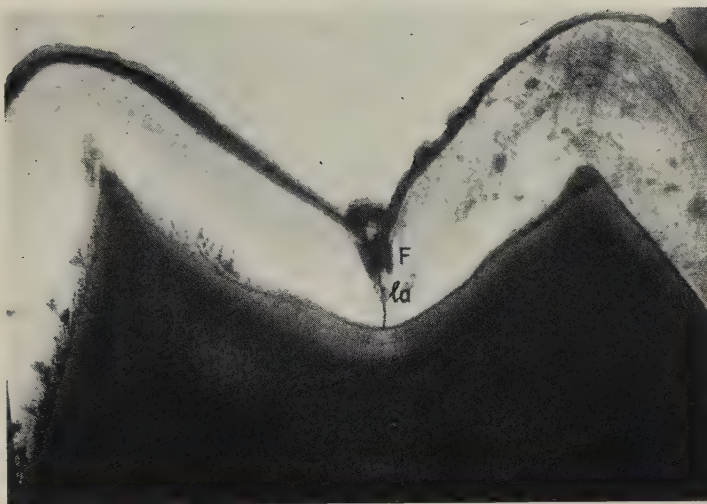


Abb. 8

Oberer erster Prämol. Längsschliff. Vergrößerung 10 ×
 la = lamellenähnliches Gebilde F = Fissurenkaries

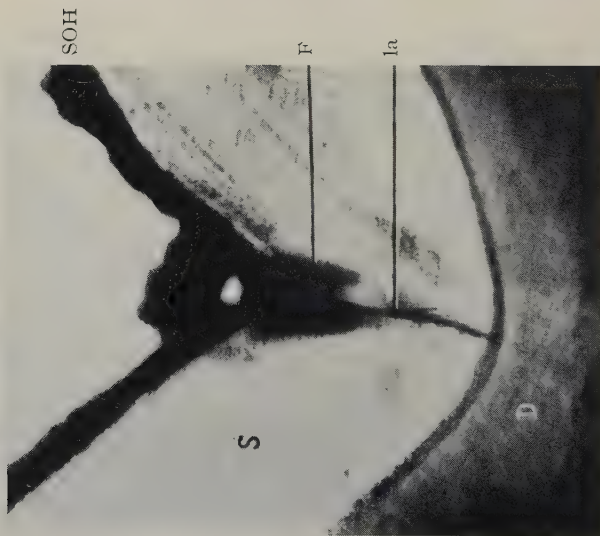


Abb. 9

Ausschnitt aus Präparat von Abb. 8. Vergrößerung 30 $\times$. Schliff unbehandelt. la = lamellenähnliches Gebilde; SOH = Schmelzoberhäutchen; S = Schmelz; D = Dentin; F = Fissurenkaries

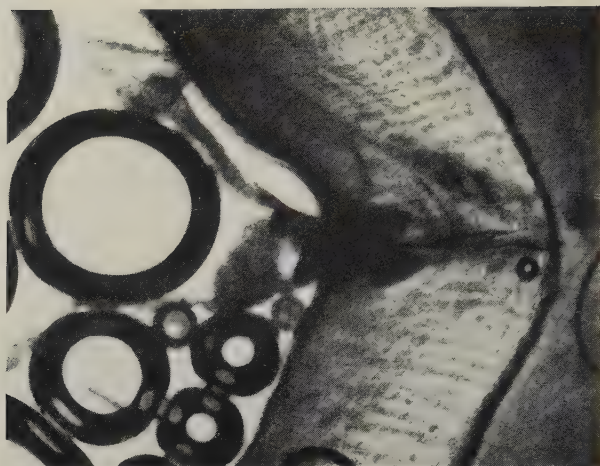


Abb. 10

Gleiche Einstellung wie Abb. 9. Die Entkalkung mit 6% HNO_3 ist in vollem Gange. Schmelzoberhäutchen abgelöst. Das lamellenähnliche Gebilde erweist sich als ein nicht zusammenhangender organischer Strang, ist also keine Lamelle

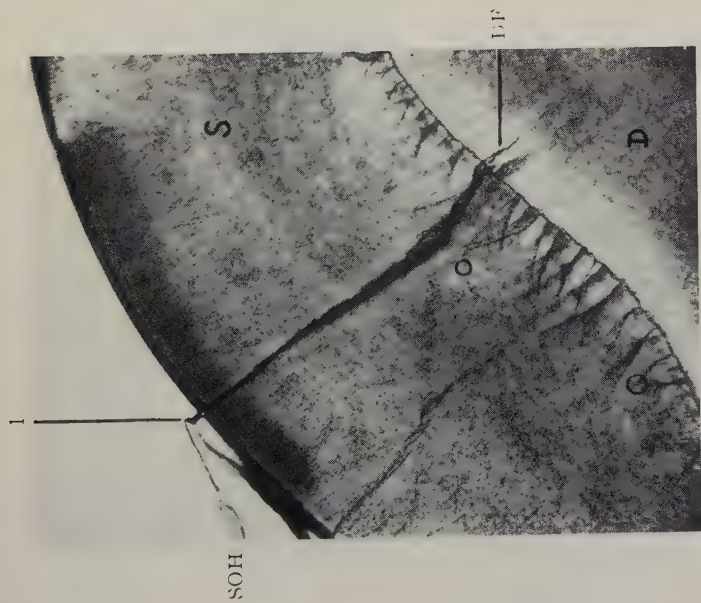
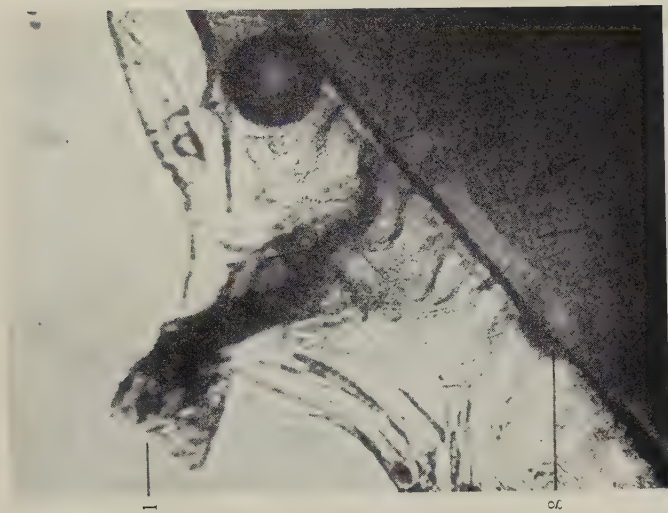


Abb. 11

Oberer zweiter Prämol. Querschliff. Vergrößerung 30 ×

Lamelle mit Dentinfortsatz

Präparat leicht entkalkt, wodurch sichtbar wird, daß l eine wirkliche Lamelle ist. SOH = Schmelzoberhäutchen; DF = Dentinfortsatz; D = Dentin; S = Schmelz



↑ Schmelz-Dentingrenze

Abb. 12

Lamelle aus Abb. 11. Vergrößerung 50 ×. Schliff entkalkt. Die Lamelle l ist abgerissen. Der Schmelz ist vollständig, das Dentin teilweise entkalkt, aber noch immer ist der dreifache Dentinfortsatz deutlich als solcher erkennbar. g = Gasblase

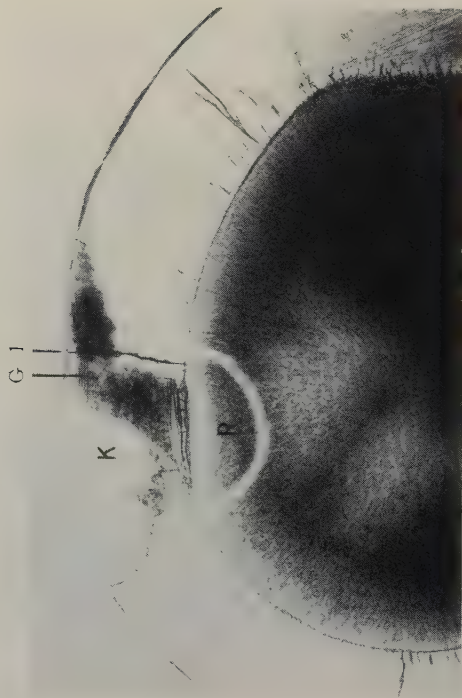


Abb. 13

Unterer zweiter Prämol. Querschliff. Vergrößerung 10 ×. Präparat unbehandelt.
 I = Lamelle; R = Reaktionszonen der Karies im Dentin; K = Kariesdefekt;
 G = durch Kariessäure deutlich sichtbar gemachte Gitterstruktur des Schmelzes.
 Die Lamelle ist am Kariesherd absolut unbeteiligt, läßt auch an der Schmelz-/
 Dentin-Grenze keine Reaktion sichtbar werden

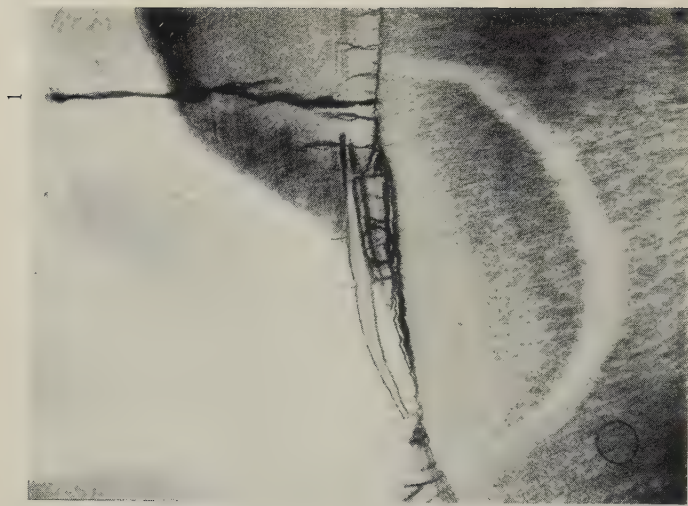


Abb. 14

Ausschnitt aus Präparat von Abb. 13. Vergrößerung 30 ×. Schliff zum Teil entkalkt. Die Lamelle widersteht der HNO_3 , beweist also ihre Richtigkeit (Säureprobe)

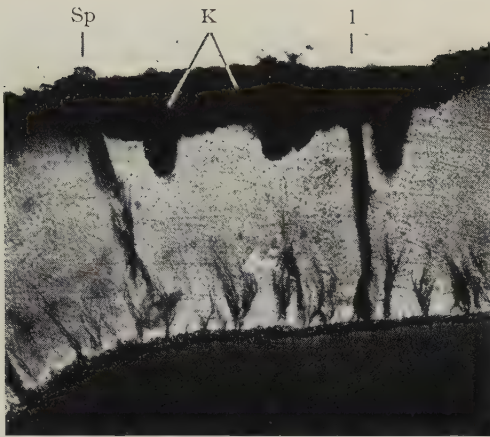


Abb. 15

Oberer Eckzahn. Querschliff. Vergrößerung $30\times$. Sp = Sprung; l = Lamelle;
 K = oberfl. Karies; bü = Büschel. Die Karies dringt links und rechts von der
 Lamelle, nicht aber durch sie hindurch, vor

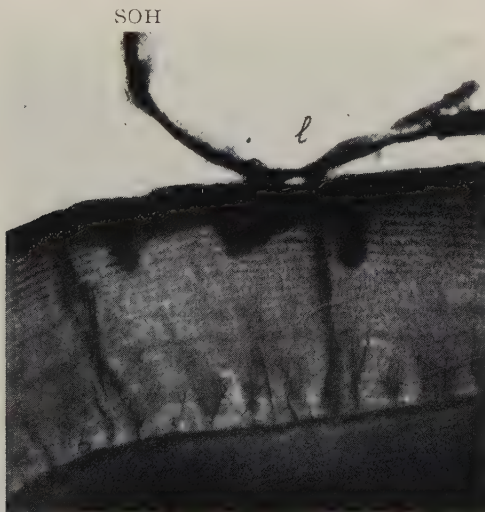


Abb. 16

Gleiche Einstellung wie Abb. 15. Säureprobe für die Richtigkeit der Lamelle

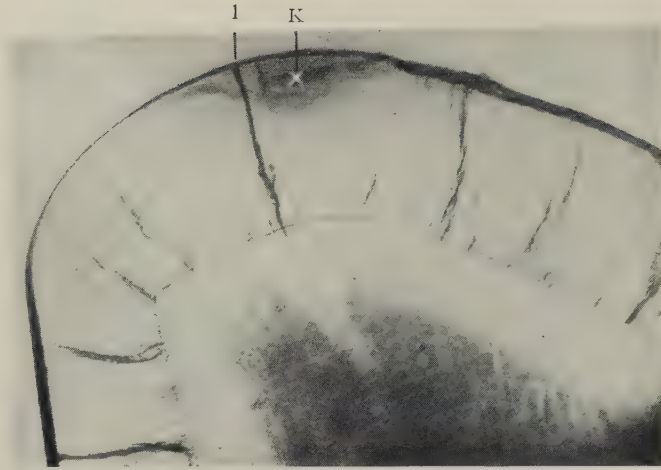


Abb. 17

Oberer lateraler Inzisiv. Querschliff. Vergrößerung $16\times$. K = oberflächliche Karies; l = Lamelle mit Dentinfortsatz. Die Karies breitet sich neben der Lamelle aus

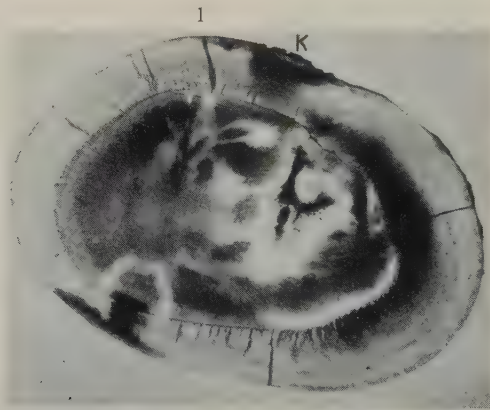


Abb. 18

Oberer erster Prämol. Querschliff. Vergrößerung $7,8\times$

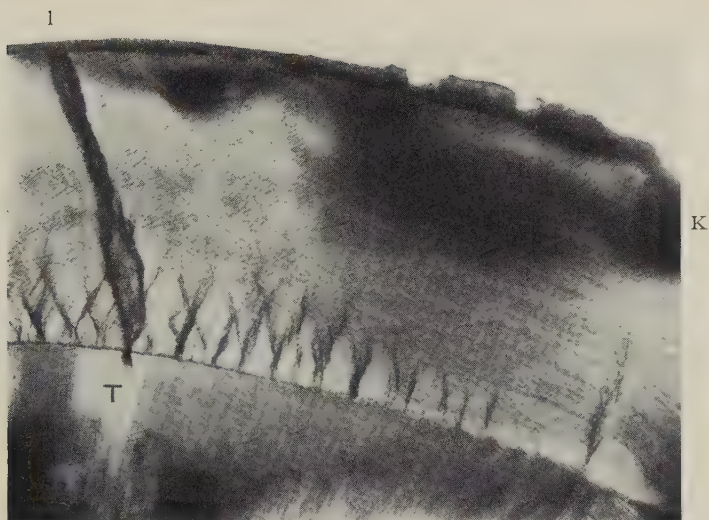


Abb. 19

Ausschnitt aus Abb. 18. Vergrößerung $40\times$. Schliff unbehandelt. 1 = Lamelle; K = oberfl. Karies; T = Transparenz. Die Karies ist neben der Lamelle entstanden

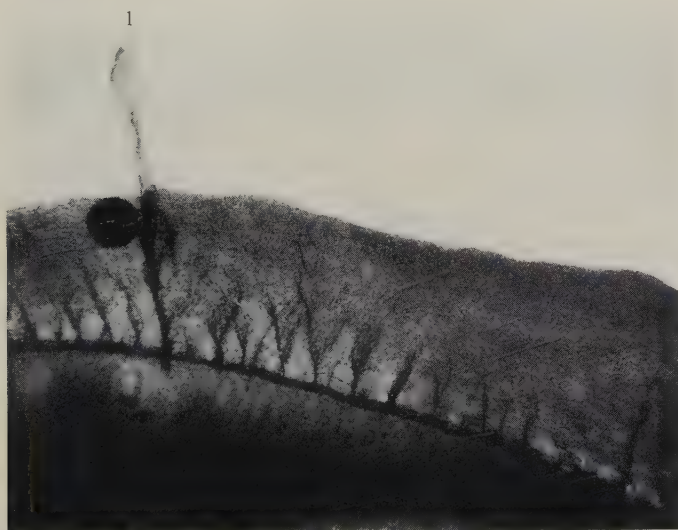


Abb. 20

Gleiche Einstellung wie Abb. 19. Säureprobe



Abb. 21

Oberer zentraler Inzisiv, Palatinalseite. Querschliff. Vergrößerung $20\times$.

K = oberflächliche Karies



Abb. 22

Oberer erster Molar. Querschliff. Vergrößerung $30\times$. Präparat unbehandelt.
 K = Kariesdefekt; l = Lamelle. Die Karies hat sich genau zwischen zwei Lamellen gebildet

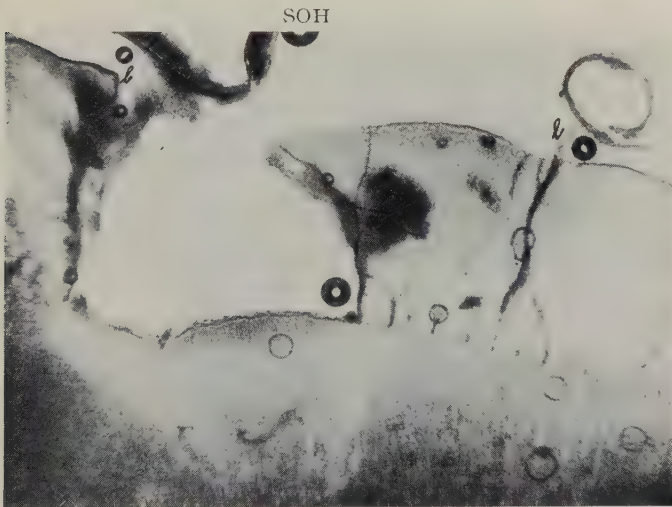


Abb. 23

Gleiche Einstellung wie Abb. 22. Säureprobe

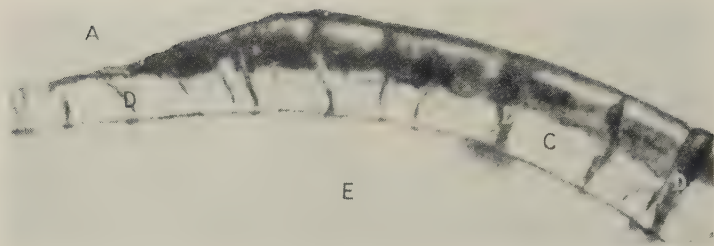


Abb. 24
Aus «Dental Caries» von B. Gottlieb



Abb. 25
Unterer Inzisiv. Querschliff. Vergrößerung 16 $\times$. Ausgesprochen grob geschliffenes Präparat, weist unzählig viele «Lamellen» auf



Abb. 26

Präparat aus Abb. 25. Vergrößerung 16 ×. Schliff zum Teil entkalkt. Hier ist das Korn von der Spreu geschieden: Die meisten «Lamellen» sind bloß Sprünge
 l = Lamelle SOH = Schmelzoberhäutchen

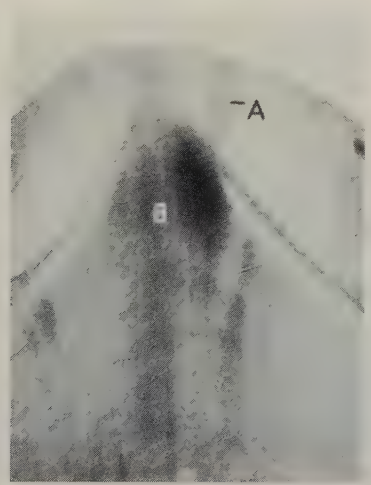


Abb. 27

Aus «Dental Caries» von B. Gottlieb

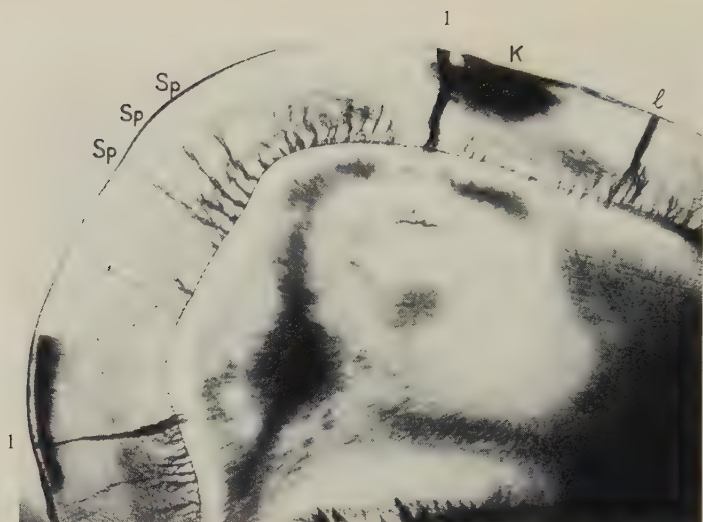


Abb. 28

Oberer zweiter Prämolare, Querschliff, Vergrößerung 16 $\times$. Präparat unbehandelt

Sp = Sprünge

K = oberflächliche Karies

1 = Lamelle

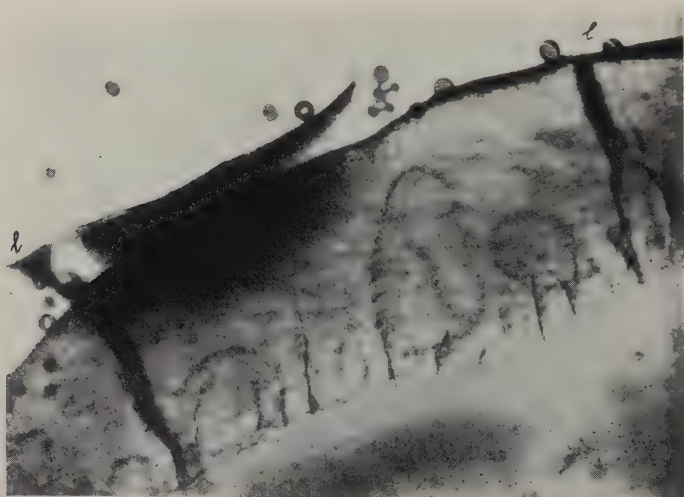


Abb. 29

Ausschnitt aus Präparat von Abb. 28. Vergrößerung 30 $\times$. Schliff z. T. entkalkt. Das organische Gerüst im Kariesherd ist erhalten geblieben, hat der Säure mehr Widerstand geleistet als dasjenige des gesunden Schmelzes

1 = Lamelle

Abb. 31

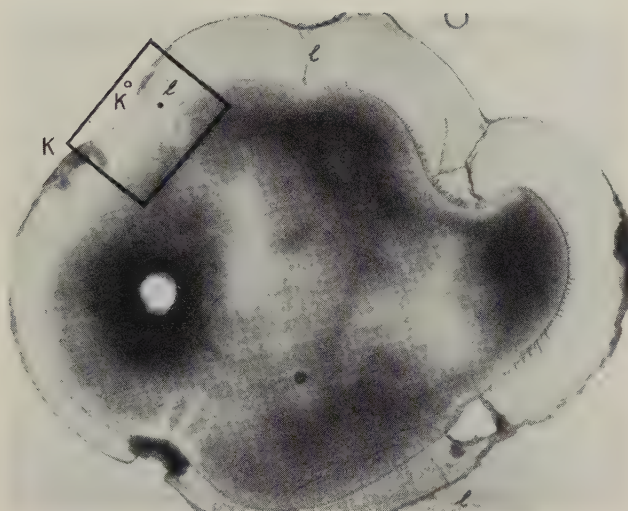


Abb. 30

Oberer erster Molar. Querschliff. Vergrößerung $7,8 \times$

K = oberflächliche Karies l = Lamelle

Man beachte, wie relativ wenig Lamellen ein solcher Querschliff aufweist

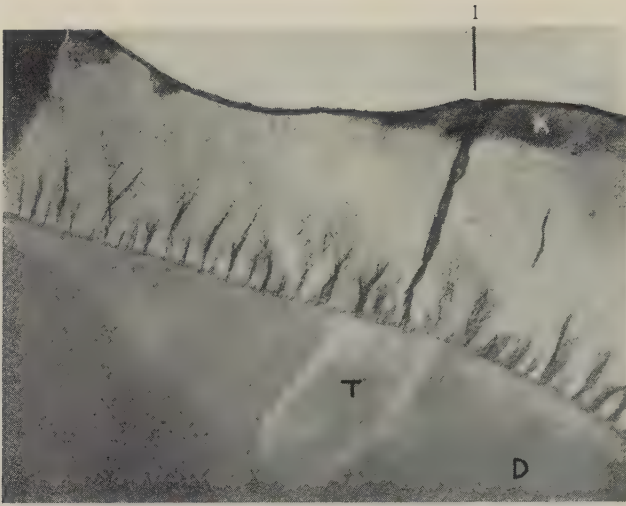


Abb. 31

Ausschnitt aus Präparat von Abb. 30. Vergrößerung 30 ×. Schliff unbehandelt

l = Lamelle

K = oberflächliche Karies

T = Transparenz

D = Dentin

Die Lamelle zeigt eine deutliche Reaktion im Dentin. Der Reiz, welcher diese Reaktion ausgelöst hat, kann auch nur durch einen unsichtbaren Sprung der Lamelle entlang aufs Dentin gewirkt haben

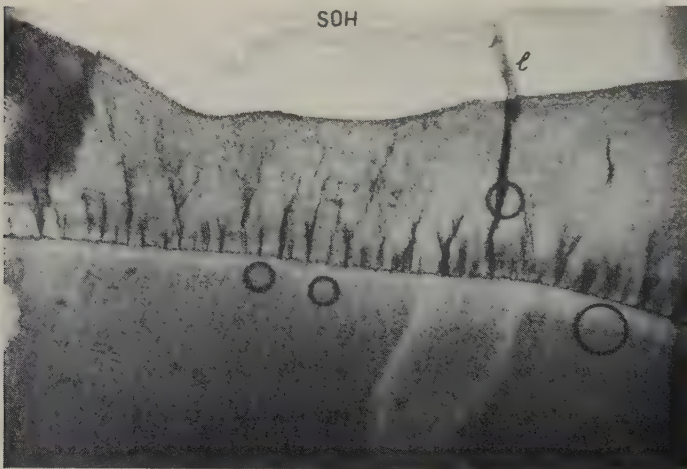


Abb. 32

Gleiche Einstellung wie Abb. 31. Säureprobe

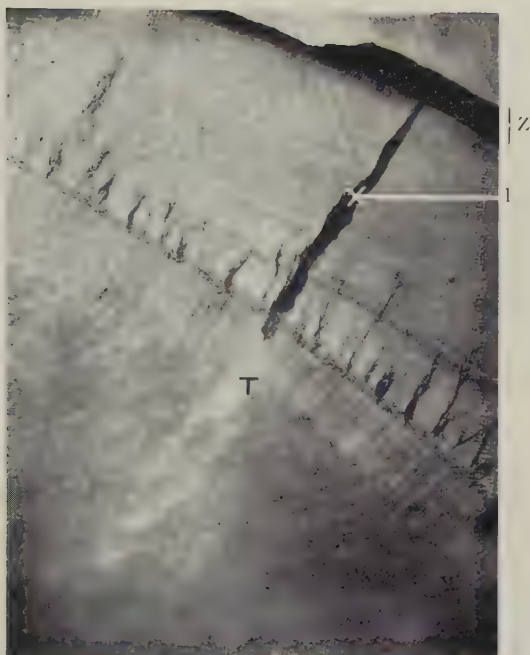


Abb. 33

Oberer lateraler Schneidezahn. Vergrößerung $30\times$

l = Lamelle Z = Zahnstein T = Transparenz

Transparenz unter einer Lamelle. Schmelz aber vollkommen gesund

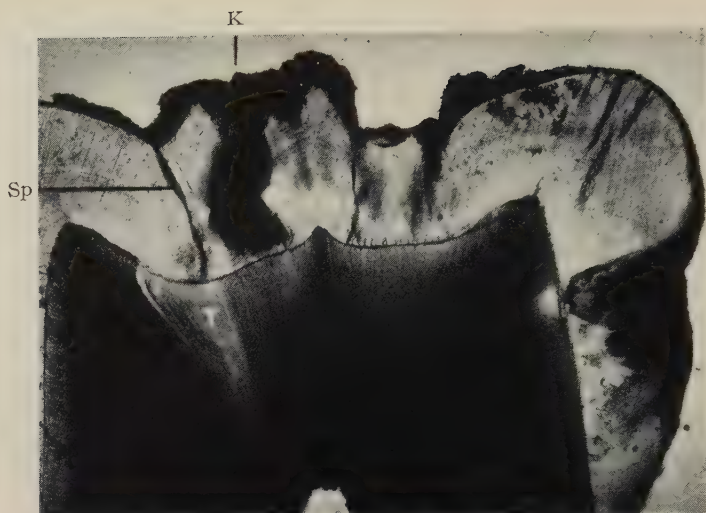


Abb. 34

Unterer zweiter Prämolare. Längsschliff. Vergrößerung 10 ×. Präparat unbehandelt

Sp = Sprung

T = Transparenz

K = Karies

Transparenz unter einem Sprung, der schon intra vitam bestanden hat



Abb. 35

Gleiche Einstellung wie Abb. 34. Schliff zum Teil entkalkt. Beweis für die Richtigkeit des Sprunges

blasenentwicklung. In der Regel erfolgten die Säurezugaben langsam, damit die lebhaft Gasentwicklung nicht etwa die zurückbleibenden organischen Reste ganz auseinanderriß, immer aber innerhalb einer Zeitspanne von 60 Minuten.

Durch die Entkalkung wird zuerst die Feinstruktur des Schmelzes deutlich sichtbar (s. Abb. 2) und zugleich wird die Cuticula dentis von ihrer Unterlage losgelöst.

Sie stößt sich fast explosionsartig von ihrer Unterlage ab und wird nur noch an den Stellen zurückgehalten, wo sie mit Lamellen verwachsen ist. Darauf folgt ein langsamer Abbau der Schmelzprismen von außen nach innen (s. Abb. 2 und 3), allein die wirklichen Lamellen und die mit ihnen verbundene Nasmythsche Membran bestehen lassend (s. Abb. 4). Die feineren organischen Bestandteile des Schmelzes bleiben bei diesem Vorgehen nicht im Zusammenhang erhalten. Oft reißen die fortgleitenden Gasblasen nicht nur Prismenscheiden, sondern auch die Cuticula ab. Wie schon erwähnt, verschwinden damit auch sämtliche allfällig vorher als Lamellen gedeuteten Sprünge (s. dazu Abb. 34 und 35). Sie lassen sich sogleich als solche erkennen, indem sie sich gegen die Oberfläche hin trichterförmig erweitern. Aus diesen Trichtern erscheinen die Gasblasen in kurzen Abständen, währenddem das Lamellenende meistens ohne Blasenbildung durch das Schwinden der benachbarten Prismen in Erscheinung tritt. Hin und wieder aber scheinen die Gasblasen auch direkt aus einer richtigen Lamelle heraus zu entstehen. Hier hat sich wohl der Lamelle entlang ein Sprung gebildet.

Der Abbau des Dentins erfolgt viel langsamer, es bleibt bestehen bis zum vollständigen Verschwinden der Schmelzprismen (s. Abb. 3).

Befunde: Es wurden 50 Schliffe hergestellt von allen Zahn-gattungen und von Zähnen einer jeglichen Altersstufe. Die Schliffe wurden in der Folge hauptsächlich quer angefertigt, da sie sich als ergiebiger erwiesen als Längsschliffe, welche meistens überhaupt keine Lamellen zeigten. So schreibt denn auch *Gustafson*: «Die Lamellen erstrecken sich in der Längs- und radiären Richtung des Zahnes; von der Spitze der Krone bis zur Zervikalregion. Diese Anordnung erklärt, wieso sie besser in Horizontalschliffen beobachtet werden können.» Diese Tatsache wird kaum mehr bestritten werden. Viel unklarer sind die Ansichten über die *Anzahl und Ver-*

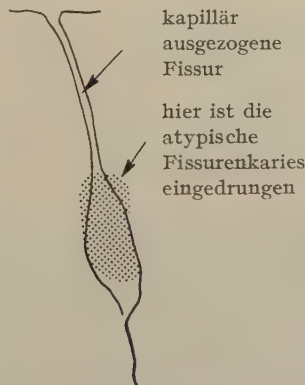
teilung der Lamellen: Als besonders ergiebig erwiesen sich Schliffe durch die Zahnhalsgegend, was also die Thesen von *Gustafson* zu bestätigen scheint. Letzterer sieht nämlich in den Lamellen einfach bis zur Oberfläche verlängerte Schmelzbüschel, und da um den Zahnhals herum die Schmelzschicht dünner sei, so würde hier auch die Oberfläche von mehr Büscheln erreicht als an Stellen mit dickerer Schmelzschicht. *Gottlieb* leitet davon prompt ab: "... that may be the reason why caries developes in approximal surfaces below the contact point."

Die relative Anzahl der Lamellen wird heute noch mit sehr verschiedenen Werten bemessen. Wie mir scheint, hängt sie einfach davon ab, wieviel Sprünge man noch zu den Lamellen zählen will. *Akamatsu*, der ja überhaupt alle entsprechenden Strukturen zu den Sprüngen zählt, sagt, er habe trotz vorsichtigstem Schleifen immer noch zwei bis drei «Lamellen» erhalten. Er schreibt dies seiner Methodik zu und glaubt, bei noch vorsichtigerem Vorgehen ließen sich auch diese vermeiden. Diese paar wenigen Lamellen oder «Sprunglamellen», wie *Akamatsu* sagt, sind unsere heutigen wirklichen Lamellen. Und damit ist schon gesagt, daß die Lamellen, bezogen auf die Schmelzmasse und die große Anzahl Büschel, eine sehr geringe Zahl ausmachen. Dies ist von verschiedener Seite, zuletzt auch von *Zuber*⁹⁹ deutlich hervorgehoben worden. Es muß einer späteren Arbeit vorbehalten sein, an Hand einer Statistik das genaue, zahlenmäßige Vorkommen der Lamellen festzustellen. Auf jeden Fall muß bei jeder Schliffuntersuchung eine Entkalkungsprobe gemacht werden, um die Lamellen sicher zu differenzieren.

Gottlieb schreibt in seinem Buch über die «Dental Caries» im Kapitel «Distribution of Lamellæ», die Lamellen seien in dünnen Schmelzpartien gehäuft. Er zeigt auch eine Reihe von Schliffen mit «few evenly distributed lamellæ». Aber nirgends beweist er durch Entkalken, daß seine «lamellæ» nicht einfach Sprünge sind. Was er mit «few» bezeichnet, sind immerhin zum Beispiel 14 bei einem Prämolaren- und 8 bei einem Molaren-Querschleiff, Zahlen, denen ich in meinen Untersuchungen nie begegnet bin. Es fällt einem kritischen Beobachter auch gar nicht schwer, schon von bloßem Auge verschiedene seiner «lamellæ» als Sprünge zu erkennen. Daß in dünnen Schmelzpartien mehr Sprünge auftreten als in solchen von größerer Dicke, erscheint dadurch leicht erklärlich, daß

in solchen Partien bei der Vorbehandlung einfach leichter Sprünge entstehen.

Zur Abklärung der Verhältnisse in den Fissuren dienten die Längsschliffe. Fast in jeder Fissur läßt sich ein lamellenähnliches Gebilde oder wenigstens ein großer Büschel erkennen (s. Abb. 5 und 8). Die Entkalkung klärt aber bald auf, daß es sich wohl um organische Strukturen, nicht aber um Lamellen im eigentlichen Sinne handelt. Der Zufall spielte mir ein Präparat in die Hände, welches mir eine Erklärung für die Herkunft dieser organischen Substanz lieferte. Abbildung 6 zeigt uns eine «Lamelle», die in der Tiefe der Fissur beginnt und in gerader Richtung gegen die Schmelz-/Dentin-Grenze hin verläuft. Halbwegs besitzt sie eine längliche Auftreibung. Das entkalkte Präparat (Abb. 7) zeigt uns aber, daß die vermeintliche Lamelle eine ehemals mit Detritus gefüllte Spalte ist, also eine kapillär ausgezogene Verlängerung der Fissur. Die Erweiterung ist nichts anderes als eine atypische Fissurenkaries. (Vergl. Skizze 1). Die Cuticula, welche die ganze Spalte auskleidet, auf der Abbildung nicht genau ersichtlich, wohl aber auf dem Präparat deutlich als solche erkennbar, ist durch die Karies gegen die Schmelzoberfläche hin durchbrochen.



Skizze 1

Als Nebenbefund möchte ich bei diesem Bild darauf hinweisen, wie leicht es bei der Entkalkung zur Bildung von Kunstprodukten kommt.

Abbildung 9 zeigt eine Fissurenkaries und wiederum eine «Lamelle». Entkalkt wird es offenbar, daß diese nicht ein einzelner Strang ist, sondern vielmehr aus zwei getrennten Teilen besteht (Abb. 10). Ich erkläre mir die Anwesenheit dieser organischen Gebilde folgendermaßen: Während der Zahnentwicklung wird beim Zusammenschmelzen der einzelnen Höcker ein Teil der Cuticula miterfaßt und in die Tiefe versenkt.

Nach alledem kann ich mich also nicht mit *Brammer* und *Brauer* einverstanden erklären, welche behaupten, daß die Lamellen in den Fissuren gehäuft auftreten.

Eine ganze Anzahl der von mir dargestellten Lamellen wies *Dentinfortsätze* auf. Vergleiche dazu die Abbildungen 11, 17, 19 und 33. Daß es sich wirklich um solche handelt und nicht um Sprünge, wie u. a. *Gustafson* und *Held* behaupten, geht ohne Zweifel aus Abbildung 12 hervor. Diese zeigt den Schmelz vollständig entkalkt und auch schon das Dentin zum Teil von der Säure angegriffen. Die Lamelle ist abgebrochen, aber sonst, wie auch die benachbarten Büschel, mitsamt dem mehrgliedrigen Dentinfortsatz erhalten geblieben.

Lamellenbrücken, von denen *Rygge* berichtet, habe ich keine angetroffen.

Um meine Ergebnisse über die *Beziehung der Lamellen zur Karies* in kurzen Worten zu charakterisieren, lasse ich am besten meinen verehrten Lehrer, Herrn Prof. *R. Jeanneret*, sprechen: «Man kann sicher Hunderte von Präparaten mit Karies durchsehen, ohne auch nur den geringsten Zusammenhang des Karieskegels mit einer Lamelle zu finden.»

In allen meinen Präparaten, welche ich von leicht kariösen Zähnen verfertigte, konnte ich das selbe bestätigt finden. Wo immer ich Lamellen in unmittelbarer Nähe einer Karies fand, nahm diese unbekümmert ihren Weg an jenen vorbei. Die Abbildungen 13 und 14 zeigen ein treffendes Beispiel dafür: Das nicht entkalkte Präparat weist eine typische Approximalkaries auf. Ein Teil des Schmelzes ist schon eingebrochen; die angrenzenden Teile lassen die für die beginnende Karies charakteristische Gitterstruktur in Erscheinung treten und tragen somit deutlich die Zeichen der Säurewirkung der Karies. Im Dentin lassen sich die Zonen des Karieskegels erkennen. Die Lamelle jedoch befindet sich ganz am äußeren Rande des

Kariesherdes. Daß es sich wirklich um eine Lamelle handelt, beweist das durch HNO_3 zum Teil entkalkte Präparat (Abb. 14). Nach unserer Ansicht liegt sie rein zufällig in diesem Kariesherd. Sie hat dessen Entstehung nicht verhindert, aber ganz sicher auch nicht begünstigt oder gar verursacht. An der Schmelz-/Dentin-Grenze läßt sie überhaupt keine Reaktion sichtbar werden. *Gottlieb* möchte ich zu diesem Präparat zurufen: «Hic Rhodos, hic salta!»

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen eine oberflächliche Schmelzkaries mit einer Lamelle und einem Sprung. Man beachte, wie die Karies links und rechts von der Lamelle vordringt. Abbildung 16 liefert wiederum den Beweis, daß es sich wirklich um eine Lamelle handelt.

Die andern Präparate lassen in verschiedenen Variationen immer wieder dasselbe erkennen (s. Abb. 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23). Vergleichen wir nun damit, was *Gottlieb* als Beweismaterial für seine Theorie bringt:

Abbildung 24 ist von ihm mehrfach publiziert und auch von andern Autoren übernommen worden. Nach *Gottlieb* soll es sich hier um eine Häufung von Lamellen handeln, wobei einige von ihnen wirklich eine Reaktion (Pigmentbildung) an der Schmelz-/Dentin-Grenze zeigen. Sie sollen also den kariösen Prozeß ins Dentin getragen haben. Dazu läßt sich sagen, daß diese Lamellen schon auf den ersten Blick viel zu zahlreich sind, um als solche angenommen zu werden. Bei den meisten, wenn nicht bei allen, handelt es sich nach unserer Erfahrung um Sprünge, was um so weniger verwunderlich ist, als der Defekt A anzeigt, daß das Herstellen des Schliffes sehr unsorgfältig erfolgte. Vergleiche dazu Abbildungen 25 und 26. Es handelt sich bei ihnen um ein ausgesprochen grob geschliffenes Präparat. Die meisten dieser scheinbaren «Lamellen» sind Sprünge. Siehe Abbildung 26, wo der Schliff teilweise entkalkt abgebildet ist.

Auch die Abbildung 27 zeigt nach *Gottlieb* eine «Lamelle», die sich durch den Schmelz hindurch ins Dentin hinein erstreckt und als Wegbereiter für eine Karies diene. Aber handelt es sich wirklich um eine Lamelle? Wir glauben im Gegensatz dazu, daß es sich nur um einen Sprung handelt; denn in Längsschliffen dieser Art finden sich nach unserer Erfahrung keine Lamellen.

Auch fehlt der Entkalkungsbeweis. Und ist diese «Lamelle» nicht etwas zu dick?

Einig gehen kann ich aber mit *Gottlieb*, wenn er sagt, das organische Gerüst in der Ausbreitung einer Karies sei widerstandsfähiger gegen Säurewirkung. Vergleiche dazu die Abbildungen 28 und 29. Nach längerer Säureeinwirkung ist das organische Gerüst im Kariesherd allein erhalten geblieben. Nebenbei bemerkt ist auch hier die Lamelle am Kariesgeschehen gänzlich unbeteiligt.

In einigen Präparaten nun haben wir Lamellen gefunden, welche ohne Zweifel Reaktionen im Dentin aufwiesen. Sie zeigten Transparenzen, teilweise auch leichte Pigmentierungen. Vergleiche dazu die Abbildungen 30 bis 35. Die Lamellen können hierbei auch in vollkommen gesundem Schmelz liegen (Abb. 33). Bei dieser Transparenz im Dentin handelt es sich nach unserer Meinung nicht um Karies. (Auf Abbildung 30 ist der eigentliche Kariesherd ja auch neben der Lamelle gelegen.) Wir schließen uns vielmehr der Auffassung *Meyers*⁶⁸ an, der sagt: «Die Lamellen sind in verschiedener Hinsicht Stellen geringeren Widerstandes, und es ist nicht verwunderlich, daß wir oft Sprünge den Lamellen entlang beobachteten. Von solchen Sprüngen, die dann womöglich auch bis ins Dentin einbrechen, können Reize auf das Dentin erfolgen, die zur Transparenz des Dentins führen.»

Daß durch bloße Sprünge solche Transparenzen erzeugt werden können, zeigen die Abbildungen 34 und 35. Sicher hat dieser Sprung schon intra vitam bestanden.

4. Zusammenfassung

Unsere histologischen Untersuchungen an Zahnschliffen, die wir unbehandelt und nach fraktionierter Entkalkung durch Säure im Bilde festgehalten haben, führen uns zu nachstehenden Schlußfolgerungen:

1. Mit dem Ausdruck «Lamellen» werden oft folgende drei Gebilde bezeichnet:

- a) die eigentlichen Lamellen;
- b) Sprünge, welche durch den Schleifvorgang als Kunstprodukte an Schliffen erzeugt werden;
- c) Sprünge, die schon intra vitam bestehen.

Lamellen darf man nur die Strukturen nennen, welche bei der Entkalkungsprobe der Säure widerstehen und sich so gegenüber der aufgelösten Umgebung als organische Stränge differenzieren lassen.

2. Die Lamellen sind relativ selten; auf jeden Fall nicht so häufig und regelmäßig angeordnet, wie es *Gottlieb* und andere Autoren darstellen.

3. Wir halten die sogenannten Dentinfortsätze der Lamellen nicht für Kunstprodukte oder pigmentgefüllte Hohlräume im Sinne von *Gustafson*, sondern sehen in ihnen einen nicht obligaten, aber oft anzutreffenden Bestandteil der Lamellen selbst.

4. Das organische Gerüst kariösen Schmelzes ist gegen Säureeinwirkung resistenter als dasjenige von gesundem Schmelz.

5. Die Lamellen spielen bei der Entstehung von Karies ursächlich überhaupt keine Rolle. Werden sie in der Nähe oder inmitten eines Karieskegels angetroffen, ist das dem reinen Zufall zuzuschreiben. Schon das histologische Bild der Schmelzkaries zeigt unzweideutig, daß andere Faktoren als Lamellen Ursache zur Einleitung der Schmelzkaries sind.

6. Wir können uns daher mit der Gottliebschen Lehre der Karies-ätiologie, soweit sie sich auf die Rolle der Schmelzlamellen stützt, nicht einverstanden erklären.

7. Deshalb erscheint uns auch eine Kariesprophylaxe, die sich gegen die Entstehung von Schmelzlamellen richtet oder bestehende Lamellen unschädlich machen will, als nicht fundiert und ohne Einfluß auf die wirklichen Kariesfaktoren.

Literatur

1. *Akamatsu, K.*: Nochmals zur traumatischen Entstehung der sogenannten Lamellen und Büschel des Zahnschmelzes. *VjZ*; 1928
2. *Atkinson, H. F.*: A Section cutting machine. *BritDentJ*; 6.1948
3. — The Permeability of Human Enamel: Notes on Section Cutting. *BritDentJ*; 1.1949
4. *Baumgartner*: Über das Wesen der Zahnkaries. *DMfZ*; 1911
5. *Beust, Th. v.*: Die temporäre Disposition zu Karies. *Öst.-ung. VjZ*; 1913
6. — Mikroorganismen und Karies. *JAmDentAss.*; 1930
7. *Boedecker, C. F.*: Eine Entkalkungsmethode usw. *ZfWissMikr.*; 1905
8. — Zelloidin-Entkalkung und -Entkieselungsmethode. *ZfWissMikr.*; 1908
9. — Fleischmanns Kritik meiner Zelloidin-Entkalkungsmeth. *ZfWissMikr.*; 1909
10. — Vorläufige Mitteilung über organische Gebilde im menschlichen Zahnschmelz. *AnatAnz.*; 1909
11. — Die Ernährung des Schmelzes menschlicher Zähne. *DentCos.*; 1911

12. — Vitality in Enamel of the Human Teeth. ArchZ; 1912
13. — Drei Beweise für die organische Natur der Matrix des erwachsenen menschlichen Zahnschmelzes. Ref. aus ZR; 1924
14. — The Toothbrush in Relation to Occlusal Fissures. DentItInt.; 1926
15. — Nutrition of the Dental Tissues. AmJDisChild. 43, 416; 1932
16. — Concerning the «Vitality» of the Calcified Dental Tissues. Vital Staining of Human Dental Enamel. J DentRes., 20, 377, 383; 1941
17. *Brain, E. B.*: A Method of preparing decalcified serial sections in Paraffin Wax of Human Enamel and Dentine in situ. BritDentJ; 10.1949
18. *Brammer*: Über Lamellen und Büschel im Schmelz menschlicher Zähne. DMfZ; 1930
19. *Brammer und Brauer*: Über organische Substanz im Schmelz menschlicher Zähne. DMfZ; 7.1926
20. *Brauer*: Die organische Substanz des Schmelzes menschlicher Zähne und ihre Beziehung zur Karies. Diss., Marburg 1924
21. *Ebner, v.*: Über die Kittsubstanz der Schmelzprismen. DMfZ; 1903
22. — Das Hartwerden des Schmelzes. ZStom.; 1903
23. — Schmelzstruktur und Höllenstein. DMfZ; 1904
24. — Histologie der Zähne mit Einschuß der Histogenese. Scheffs Handb.; 1924
25. *Euler*: Das Morgensternsche System und Resultate neuerer Forschungen. DMfZ; 1911
26. — Lehrbuch der Zahnheilkunde. Wiesbaden 1920
27. *Euler und Meyer*: Pathologie der Zähne mit besonderer Berücksichtigung der Pathohistologie. München 1927
28. *Fäber*: Die Schmelzlamellen und ihre Beziehung zu parasitären Prozessen. DVjZ; 1924
29. — Schmelzsprünge. ErgGesZ; 1925
30. — Die Lamellen des Zahnschmelzes. DMfZ; 1925
31. — Das organische Gewebe des menschlichen Zahnschmelzes. ZAnat.; 1928
32. — Zur Kenntnis der kolbenförmigen Fortsätze im menschlichen Zahnschmelz. Parodontium in der ZR; 1930
33. — Histologie des Zahnschmelzes. FortschrZ; 1932
34. *Fischer*: Bau und Entwicklung der Mundhöhle; 1909
35. — Die Schmelzdentingrenze menschlicher Zähne. DZW; 1911
36. — Zur Biologie des Schmelzgewebes menschlicher Zähne. DZW; 1933
37. *Fish*: The Vitality of Enamel. BritDentJ, 53; 1932
38. *Fleischmann*: Eine einfache Methode zur Darstellung der organischen Bestandteile des Zahnschmelzes. ZfWissMikr.; 1908
39. — Histologie und Histogenese. ErgGesZ; 1911
40. — Zur Pathogenese der Zahnkaries. ZStom.; 1921
41. *Frisbie, Nuckolls and Saunders*: Distribution of the Enamel in the Human tooth and its Relation to the Histopathology of Caries. JAmCollDent.; 1944
42. *Giercke, v.*: Störung des Stoffwechsels. Pathologische Anatomie von Aschoff, Jena; 1923
43. *Gottlieb, Bernhard*: Untersuchungen über die organische Substanz im Schmelz usw. DVjZ; 1915
44. — Ätiologie und Prophylaxe der Zahnkaries. ZStom.; 1921
45. — A New Concept of the Caries Problem and Clinical Application. JAmDent.-Ass., 11, 12; 1944
46. — Dental Caries. Lea and Fabiger; 1947

47. *Gottlieb and Hinds, E.*: Some New Aspects in Pathology of Dental Caries. *JDentRes.*, 21, 317; 1942
48. *Gottlieb and Stanton*: Acid Action on Enamel and Dentin. *TexasDentJ*, 61, 293; 1943
49. *Gräff*: Zur Frage der Entstehung der Lamellen und Büschel des Zahnschmelzes. Verhandl. der Dtsch. pathol. Ges., Jena; 1921
50. — Zur Orthologie und Pathologie des Schmelzes. *Paradentium*; 1929
51. *Gurney and Rapp*: A Technic for observing Minute Changes on tooth Surfaces. *JDentRes.*; 10.1946
52. *Gustafson*: The Structure of Human Dental Enamel. Göteborg; 1947
53. *Häupl*: Lehrbuch der Zahnheilkunde. Wien; 1949
54. *Held*: Structure microscopique de l'organe dentaire; 1947
55. *Heß, R.*: Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der lokalen Fluorapplikation auf den Schmelz der menschlichen Zähne. *SMfZ*; 5.1948
56. *F. Hoffmann-La Roche & Co. AG*: Hefte 6, 7/8, 9, 10; 1941
57. *Jaccard et Grosjean*: Structure de l'émail dentaire: Quelques remarques «basées sur la méthode d'observation surfaces polies et lumière réfléchie» *SMfZ*; 3.1941
58. *Jeanmeret, R.*: Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse über die Ätiologie der Zahnkaries. *SMfZ*; 5.1949
59. *Kantorowicz*: Die Probleme der Zahnkaries. *ErgGesZ*; 1912
60. — Über die Ernährung des Schmelzes. *DMfZ*; 1913
61. *Kato*: The Histological Study of Human Enamel. *Sihkwa Shimpo*; 1928 — *DentCos.*; 1929
62. *Keil, A.*: Der menschliche Zahnschmelz im kariösen Zustand. *DMfZ*; 1937
63. *Knoche*: Zur Pathologie und Prophylaxe der Zahnkaries. *DVjFZ*; 1923
64. *Kronfeld, R.*: Histopathology of the Teeth. Philadelphia; 1939
65. *Linderer*: Zitiert nach Walkhoff, Faber und Kantorowicz; 1851
66. *Linderer und Linderer*: Handbuch der Zahnheilkunde. Berlin 1837
67. *Meyer*: Die Anfertigung histologischer Schriffe. *DVjFZ*; 1925
68. — Strittige Fragen in der Histopathologie des Zahnschmelzes. *DVjFZ*; 1926
69. *Miller*: Das Vorkommen eines Bakterienhäutchens auf der Oberfläche der Zähne und seine Bedeutung. *DMfZ*; 1902
70. *Morgenstern*: Über den Nachweis der Fibrillen und Fasern im normalen Schmelz. *DMfZ*; 1902
71. — Einige überraschende zahnhistologische Tatsachen. *DMfZ*; 1906
72. — Untersuchungen über die anatomischen Grundlagen usw. *DMfZ*; 1909
73. *Müller, O.*: Pathologie der Zähne. Basel; 1948
74. — Prophylaxe in der konservierenden Zahnheilkunde, aus Zahnmedizin, Basel; 1949
75. *Nord, Ch.*: Les causes de la carie dentaire. *JDentBelge*, 5; 1946
76. *Orban*: Beiträge zur Kenntnis der Schmelzlamellen. *KorrBlfZ*; 1925
77. — Zur Entwicklung und feineren Struktur des Schmelzes. *ZStom.*; 1925
78. — Schmelz- und Zahnoberhäutchen, Schmelzlamellen u. Büschel. *ZStom.*; 1926
79. — Histology of the Enamel Lamellæ and Tufts. *JAmDentAss.*; 1928
80. — Oral Histology and Embryology. St. Louis; 1944
81. *Pickervill*: The Prevention of Dental Caries and Oral Sepsis. New York; 1924
82. *Rygge*: Über die Schmelzbildung und Schmelzstruktur. Mitteilung aus dem Kgl. Zahnärztl. Institut Christiania; 1916
83. — Über die Entwicklung des Schmelzes. Den Norske Tannlaegeforenings Tidende; 1932

84. *Schulz*: Schmelzsprünge oder Lamellen. ZMikrAnatForsch.; 1933
85. *Schwarz*: Untersuchung über die Verbreitung, Ursache und Bedeutung der Schmelzsprünge beim Menschen und einigen Säugetieren. DMfZ; 1920
86. *Scott and Wyckoff*: Studies of tooth surface structure by optical and electron Microscopy. JAmDentAss.; 9.1949
87. *Seidel*: Diskussionsbemerkung. DMfZ; 1925
88. *Sognnaes, R. F.*: The organic Elements of the Enamel. JDentRes.; 10.1948
89. *Türkheim*: Über Injektion des Schmelzes durch Zahnkanälchen. ZStom.; 1926
90. — Über den sogenannten Schmelzstoffwechsel. ZStom.; 1925
91. *Walkhoff*: Ergebnisse der neueren Arbeiten über Schmelzstruktur. DMfZ; 1904
92. — Beitrag zur Lehre von der Struktur des Schmelzes. DMfZ; 1903
93. — Die Erdsalze und ihre Bedeutung für die Zahnkaries; 1913
94. — Die normale Histologie menschlicher Zähne; 1924
95. — Das vermeintliche Leben im Zahnschmelz. ZStom.; 1925
96. *Weidenreich*: Über den Schmelz der Wirbeltiere und seine Beziehung zum Zahnbein. ZAnatEntwickl., 79; 1926
97. *Wolf*: Technik für Mikro-Abdrücke in durchsichtigem Material von Zahnoberflächen. DZMuK; 1940
98. *Zsigmondy*: Über die Entstehung der Fissuren usw. ÖstMfZ; 1903
99. *Zuber*: Über den Nachweis der organischen Substanzen im menschlichen Schmelz. SMfZ; 1948

